M121

IMPORTANT NOTE CONCERNING THE FOLLOWING PAGES

THE PAGES WHICH FOLLOW HAVE BEEN FILMED TWICE IN ORDER TO OBTAIN THE BEST REPRODUCTIVE QUALITY

USERS SHOULD CONSULT ALL THE PAGES REPRODUCED ON THE FICHE IN ORDER TO OBTAIN A COMPLETE READING OF THE TEXT.

REMARQUE IMPORTANTE CONCERNANT LES PAGES QUI SUIVENT

LES PAGES SUIVANTES ONT ÉTÉ REPRODUITES EN DOUBLE AFIN D'AMÉLIORER LA QUALITÉ DE REPRODUCTION

LES UTILISATEURS DOIVENT CONSULTER TOUTES LES PAGES REPRODUITES SUR LA FICHE AFIN D'OBTENIR LA LECTURE DU TEXTE INTÉGRAL

Micromedia
ProQuest

20 Victoria Street
Toronto, Ontario M5C 2N8
Tel.: (416) 362-5211
Toll Free: 1-800-387-2689
Fax: (416) 362-6161
Email: info@micromedia.on.ca

DFO - Library / MPO - Bibliothèque
14048814

Fisheries and Oceans Canada
Science
Pêches et Océans Canada
Sciences

Laurentian Region

DFO Science

Stock Status Report B4-04 (2001)

Atlantic Mackerel of the Northwest Atlantic

Background

In the northwest Atlantic, mackerel (Scomber scombrus L.) occur from Cape Hatteras, off North Carolina, to the Gulf of St. Lawrence and the east coast of Newfoundland (Figure 1). There are two groups or spawning stocks of mackerel in the region, each with its own spawning area. The southern stock spawns in March and April along the New Jersey coast. Although spawning does occur along the coast of Nova Scotia, the northern stock spawns mainly in the southern Gulf of St. Lawrence in June and July. Spawning takes place each year after a long migration that begins some months earlier in the Georges Bank area.

There are more than 15,000 mackerel fishermen in the Maritimes and Quebec. It is chiefly an inshore fishery and the most commonly used gear types are gillnets, handlines, purse seines and traps, in decreasing order of importance. Their utilisation depends on the area and time of year.

Overall, Canadian landings are stable from year to year, averaging just over 21,000 t annually since 1990. Regionally, however, there are major variations, as migration routes change, while fishing grounds remain the same. Changes in migration patterns are caused mainly by mackerel's sensitivity to certain environmental conditions, particularly water temperature.

INSTITUT MAURICE-LAMONTAGNE
BIBLIOTHÈQUE
JUIL 4 2001
MONT-JOLI
GOUV. CANADA - PÊCHES ET OCÉANS

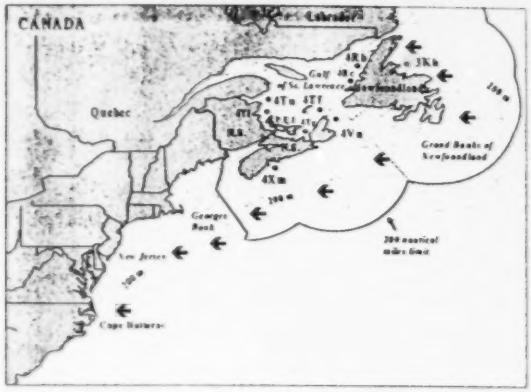

Figure 1. Distribution (←) of Atlantic mackerel (Scomber scombrus L.) in the northwest Atlantic and main fishing sites (•).

Summary

- In 2000, the most noticeable feature of the mackerel fishery in the Gulf of St. Lawrence was the presence in the catches of a very large number of small fish. In fact, nearly 63 % of all catches were made up of fish just one year of age, that is, from the 1999 year-class. The lack of market outlets for these fish, with an average size of 270 mm, resulted in a considerable reduction in fishing effort and correspondingly landings.
- Until 1984, the **condition** of the mackerel upon their arrival in the Gulf of St. Lawrence was relatively good compared to that noted between 1985 and 1998 and in 2000. Furthermore, annual variations in condition are similar to the fluctuations in the mean temperature of the **C**old **I**ntermediate **L**ayer of water (**CIL**).
- A review of the **gonadosomatic index** reveals that, in 1998 and 1999, spawning took place earlier than during the period 1973 to 1997. The spawning activities were completed by the end of June, rather than late July as in other years. In 2000, the situation returned to normal

DFO - Library / MPO - Bibliothèque
14048814

Fisheries and Oceans Canada
Science

Pêches et Océans Canada
Sciences

Laurentian Region

DFO Science

Stock Status Report B4-04 (2001)

Atlantic Mackerel of the Northwest Atlantic

Background

In the northwest Atlantic, mackerel (Scomber scombrus L.) occur from Cape Hatteras, off North Carolina, to the Gulf of St. Lawrence and the east coast of Newfoundland (Figure 1). There are two groups or spawning stocks of mackerel in the region, each with its own spawning area. The southern stock spawns in March and April along the New Jersey coast. Although spawning does occur along the coast of Nova Scotia, the northern stock spawns mainly in the southern Gulf of St. Lawrence in June and July. Spawning takes place each year after a long migration that begins some months earlier in the Georges Bank area.

There are more than 15,000 mackerel fishermen in the Maritimes and Quebec. It is chiefly an inshore fishery and the most commonly used gear types are gillnets, handlines, purse seines and traps, in decreasing order of importance. Their utilisation depends on the area and time of year.

Overall, Canadian landings are stable from year to year, averaging just over 21,000 t annually since 1990. Regionally, however, there are major variations, as migration routes change, while fishing grounds remain the same. Changes in migration patterns are caused mainly by mackerel's sensitivity to certain environmental conditions, particularly water temperature.

INSTITUT MAURICE-LAMONTAGNE
BIBLIOTHÈQUE
JUIL 4 2001
MONT-JOLI
GOUV. CANADA - PÊCHES ET OCÉANS

Figure 1. Distribution (←) of Atlantic mackerel (Scomber scombrus L.) in the northwest Atlantic and main fishing sites (•).

Summary

- In 2000, the most noticeable feature of the mackerel fishery in the Gulf of St. Lawrence was the presence in the catches of a very large number of small fish. In fact, nearly 63 % of all catches were made up of fish just one year of age, that is, from the 1999 year-class. The lack of market outlets for these fish, with an average size of 270 mm, resulted in a considerable reduction in fishing effort and correspondingly landings.
- Until 1984, the **condition** of the mackerel upon their arrival in the Gulf of St. Lawrence was relatively good compared to that noted between 1985 and 1998 and in 2000. Furthermore, annual variations in condition are similar to the fluctuations in the mean temperature of the **C**old **I**ntermediate **L**ayer of water (**CIL**).
- A review of the **gonadosomatic index** reveals that, in 1998 and 1999, spawning took place earlier than during the period 1973 to 1997. The spawning activities were completed by the end of June, rather than late July as in other years. In 2000, the situation returned to normal

with an index that showed a maximum value as of early June.

- According to the 2000 abundance survey, the spawning biomass was 213,662 t for the first pass and 66,001 t for the second one, or an average of 139,832 t. Although this is considered as a relative index, the values obtained since 1996 are lower than those observed during earlier years. These low abundance values may be attributable to the absence in recent years of one or more **dominant year-classes**. However, a possible lack of synchronism between spawning and the date of the surveys may have led to assessment errors.
- This lack of synchronism is corrected for using the **Daily Fecundity Reduction Method (DFRM)**, which permits a spawning biomass estimate to be derived from a measure of daily egg production and the seasonal decline in the reproductive potential of females. From the two sampling passes conducted in the 2000 survey, mackerel spawning stock biomass was estimated at 562,533 t and 169,510 t respectively, for an average of 366,022 t compared with 243,980 t in 1998 and 443,095 t in 1996.
- **Virtual Population Analysis (VPA)** was conducted on an exploratory basis by using Canadian catch at age and spawning biomass values from the egg survey as a calibration index. Preliminary **VPA** results suggest that methods of analysing the egg survey data, in some years, significantly overestimate the true size of the stock. As evidenced by annual variations in the date on which the **gonadosomatic index** reaches 50 % and the pattern of some cumulative landings, an overestimate of this type may have been obtained in the surveys conducted in the early 1990s.
- In light of these findings and the basic principles of the **precautionary approach**, it no longer appears prudent to maintain a Canadian **TAC** (Total Allowable Catch) of 100,000 t.

Main attributes of the stock

ATTRIBUTE	RECENT TREND	CURRENT SITUATION
Condition Factor (June)	Above mean (1973-1999) prior to 1985 and below it from 1985 to 1998.	1999 value again above mean; 2000 value below mean. Strongly associated with CIL temperature.
Gonadosomatic Index (GSI)	Between 1973 and 1997, a peak of about 12 % was reached around June 1 and spawning was over (GSI = 1 %) near the end of July.	In 1998, spawning earlier than usual. In 1999, on June 1, a maximum GSI of about 4 % and spawning over by the end of June. In 2000, back to normal.
Weight and length at age	Below mean (1973-1998) during the 1970s and above it in the 1980s. Growth of year-classes is inversely proportional to their abundance.	Below this mean in the 1990s, but above it in 2000. Slower growth seen in year-classes from late 1990s.
Annual length frequencies	A principal mode that shifts through the years and is associated with the dominant year-classes.	Lack of such a mode throughout the 1990s.
Gear selectivity	Mode corresponding to dominant year-classes appears earlier in length frequencies associated with handline catches.	In 2000, such a mode (1999 year-class) was found in length frequencies of handline catches.
Dominant year-classes	Last dominant year-classes were those of 1959, 1967, 1969, 1974, 1982 and 1988.	In 2000, 63 % of the catch at age was made up of fish only one year old. This is the highest value since 1973.
Egg survey	Spawning biomass increased between 1983 and 1988 before shrinking and then stabilizing between 1990 and 1994. Fluctuations in total biomass associated with the arrival of dominant year-classes and their entry into the population. During the 1980s and until 1994, high egg concentrations as measured by kriging were found in the middle of the Gulf of St. Lawrence.	Values obtained in 1996, 1998 and 2000 are very low and on the same order as in 1983. The lower abundance seen recently may be due to the lack of strong recruitment or by assessment errors caused by a lack of synchronism between spawning and the survey. In 1996 and 1998, high egg concentrations were found farther south, near the southwestern tip of the Magdalen Islands. In 2000, they were once again found in the middle of the Gulf.

Mackerel biology

The Atlantic mackerel (*Scomber scombrus L.*) is a member of the family **Scombridae**, which is distributed widely throughout tropical and temperate waters the world over and includes a large number of species, the

best known of which are tunas. The Atlantic mackerel is the species of the genus *Scomber* that has the most northerly geographic range. Furthermore, unlike the two other species belonging to this genus, the Atlantic mackerel does not have a swim bladder, so it must swim continually. The lack of the swim bladder also allows it to change depth rapidly. On their long annual migrations, mackerel sometimes travel in very dense schools, especially in the spring and fall. The schools tend to be composed of identical-sized individuals that swim at the same speed.

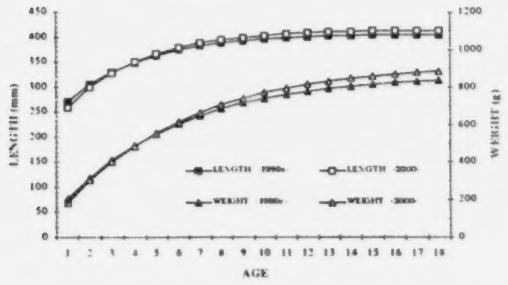

Figure 2. Length (mm) and weight (g) at age of Atlantic mackerel sampled in Canadian coastal waters between 1990 and 1999 (1990s) and in 2000.

Although spawning does occur along the shores of Nova Scotia, the mackerel that frequent Canadian waters spawn mainly in the southern Gulf of St. Lawrence in June and July. The largest egg concentrations are found south of the Laurentian Channel, west of the Magdalen Islands. Mackerel are considered **multiple spawners**, because each female spawns several times, and the spawning is **asynchronous**, meaning that it may occur at any time of the day or night. Egg development time depends on water temperature. Larvae measure about 3 mm upon hatching. At 50 mm in length, young mackerel become **juveniles** and begin to form schools. Some of these schools are located in inshore waters, possibly due to the migration of juveniles from spawning areas toward the coast. Little is known about the size of the **juvenile** contingent that participates in this migration or the importance of coastal habitats for **juveniles**. Although mackerel feed primarily on plankton, the adult diet includes small fish and squid. Mackerel grow very quickly, measuring about 270 mm long and weighing 200 g by the end of the second year (age 1+) of growth (Figure 2).

Most growth takes place in the first few years, with females growing more rapidly than males as of the age of four. Atlantic mackerel may live for more than 15 years, but rarely exceed 450 mm in length. Growth rates may vary from year to year and from one year-class to another. Fish from **dominant year-classes** grow more slowly (Figure 3).

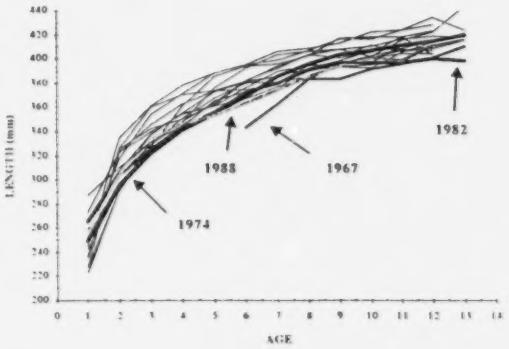

Figure 3. Mean length (mm) at age for year-classes of mackerel since the late 1960s (the 4 largest classes are indicated).

The **condition** of mackerel is at its lowest in early spring, whereas the highest values are seen in the fall. Up to and including 1984, the **condition** of mackerel on arrival in the Gulf of St. Lawrence was above the mean for 1973 to 1999 (Figure 4). Between 1985 and 2000, except in 1999, the annual values were below this mean. Annual variations in **condition** are very similar to the fluctuations in the mean temperature of the **CIL** (**C**old **I**ntermediate **L**ayer) (Figure 4). The potential relationships between mackerel

condition and water temperatures are not well known. However, it is assumed that the decline in **condition** could have an impact on the **natural mortality** of mackerel.

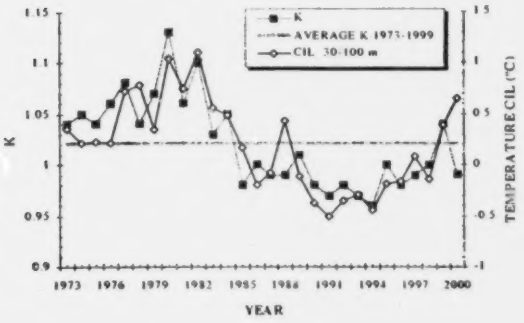

Figure 4. Mean annual condition factor K (Fulton) calculated in June, and mean temperature (°C) of the 30-to-100 m layer associated to the CIL (Dr Denis Gilbert, Maurice Lamontagne Institute, Mont-Joli, pers. comm.).

During spawning, mackerel reach their lowest **fat content** about 5 % which gradually rises thereafter to 20 % or more in the fall. Interannual variations occur in **fat content**, along with variations in length and weight.

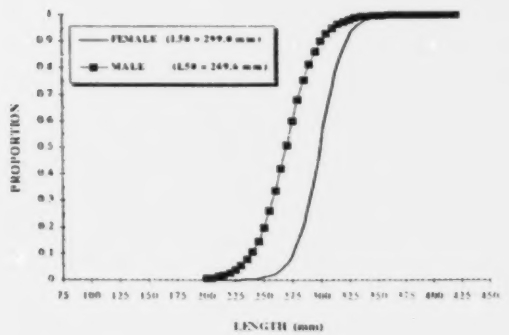

Figure 5. Maturity at length of mackerel sampled in St. Margaret's Bay, NS, 1996 (L50 is the length at which 50 % of the fish are sexually mature).

In comparison with other species, mackerel reach **sexual maturity** quickly, with 50 % of females and males being sexually mature at a length of 299 mm and 270 mm respectively (Figure 5). All mackerel reach maturity by the time they are 340 mm long, and nearly half of two-year-old mackerel are mature. Size rather than age is the determining factor. All fish in **dominant year-classes**, like those of 1959 and 1967, in which growth was slower, reached maturity at age five and a length of 330 mm.

The fishery

General

Landings of mackerel in the northwest Atlantic, which ranged from 300,000 t to 400,000 t in the early 1970s (Figure 6), declined sharply when the 200-nautical-mile exclusive economic zone was instituted. As a result of agreements with the United States and the Commonwealth of Independent States, catches rebounded considerably in the early 1980s, peaking at nearly 90,000 t in 1988. A gradual reduction in quotas set by the United States, ending with the complete closure of this fishery in 1992, explains the major reduction in landings that occurred in later years.

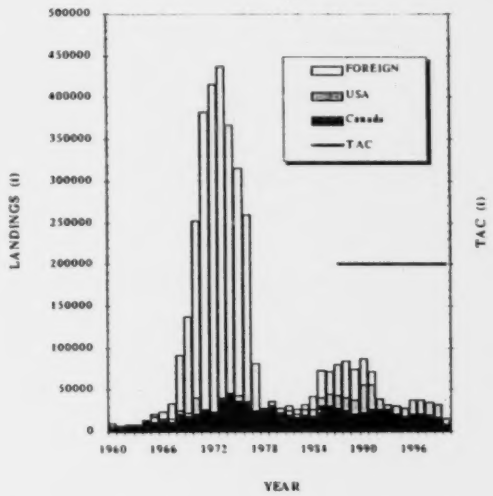

Figure 6. Annual mackerel landings (t) and TAC (t) for the northwest Atlantic (Canada has proposed a TAC of 200,000 t shared equally with the United States).

Canadian landings

Mackerel landings in Canadian waters are generally stable from year to year, averaging just over 21,000 t in recent years (Table 1). Nova Scotia is the Atlantic province with the highest landings, which average 6,829 t annually. In terms of landings, the most important unit areas are 4Tl, 4Tf and 4Xm (Figure 1) with annual mean landings of 3,999 t, 3,414 t and 3,119 t respectively (Table 2). On a smaller geographic scale, for example, statistical district or fishing community, landings may fluctuate significantly from one year to the next. The fluctuations are due to great variability in seasonal migration patterns, although fishing grounds usually remain the same.

The most commonly used gear types in Canada are gillnets and handlines, which account for mean annual landings of 6,575 t and 4,498 t respectively (Table 3). Gillnets are used mostly in spring and handlines in

Table 1. Annual mackerel catches (t) in the Maritimes and Quebec since 1990.

PROVINCE	YEAR											Average
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000*	(1990-1999)
Nova Scotia	9 182	8 115	8 831	7 144	7 792	6 681	5 517	5 669	4 562	4 797	2 710	6 829
New Brunswick	3 614	2 137	1 748	1 989	1 879	2 206	2 683	1 990	1 682	1 373	223	2 130
Prince Edward Island	2 458	3 922	2 299	4 580	4 441	2 518	4 017	6 693	6 784	3 842	1 459	4 156
Quebec	1 971	3 256	3 480	3 175	3 529	3 382	4 317	5 769	4 066	5 104	609	3 805
Newfoundland	4 041	8 341	6 915	9 343	2 775	2 862	3 830	1 188	2 149	1 445	3 794	4 289
Not determinated	0	0	0	0	0	0	0	0	91	0	0	9
TOTAL	**21 266**	**25 771**	**23 273**	**26 232**	**20 417**	**17 650**	**20 364**	**21 309**	**19 334**	**16 561**	**8 795**	**21 218**

* Preliminary

Table 2. Annual mackerel catches (t) in the main NAFO unit areas and subdivision (4Vn).*

UNIT AREA	YEAR											Average
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000**	(1990-1999)
3Kh	179	35	270	1 964	9	5	0	0	0	0	1 948	246
4Rb	626	2 596	1 434	2 371	1 605	663	868	217	650	751	1 106	1 178
4Rc	263	4 578	3 185	915	799	1 326	2 100	617	1 388	679	653	1 585
4Tf	1 986	3 086	3 190	2 674	3 286	2 925	3 805	5 257	3 268	4 662	270	3 414
4Tg	548	884	278	415	756	600	844	2 861	2 510	826	165	1 052
4Tl	3 331	3 885	2 455	4 797	4 285	2 977	4 651	5 332	4 769	3 511	1 357	3 999
4Tn	945	921	794	826	650	728	688	698	1 035	952	235	824
4Vn	2 396	2 384	1 277	1 579	1 671	1 475	1 591	835	554	757	33	1 452
4Xm	2 542	2 646	4 021	2 799	4 647	4 141	2 342	3 123	1 886	3 045	1 656	3 119
TOTAL	**12 817**	**21 013**	**16 903**	**18 340**	**17 708**	**14 841**	**16 888**	**18 941**	**16 059**	**15 184**	**7 423**	**16 869**
Others	8 449	4 758	6 371	7 892	2 709	2 809	3 476	2 368	3 275	1 377	1 372	4 348
GRAND TOTAL	**21 266**	**25 771**	**23 273**	**26 232**	**20 417**	**17 650**	**20 364**	**21 309**	**19 334**	**16 561**	**8 795**	**21 218**

* See Figure 1

** Preliminary

Table 3. Annual mackerel catches (t) by the main fishing gear types used on the East Coast of Canada.

GEAR	YEAR											Average
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000*	(1990-1999)
Trawl	2 616	977	2 050	605	0	59	68	92	9	12	0	649
Purse Seine	3 707	8 453	6 798	9 556	3 229	2 720	3 607	1 116	1 572	1 348	3 793	4 211
Other Seines	150	17	50	234	0	0	0	9	0	0	0	46
Gillnet	7 933	7 284	5 646	8 276	6 322	4 442	6 420	6 657	7 637	5 128	1 982	6 575
Trap	1 877	2 907	4 327	31	5 356	4 719	3 821	3 889	3 999	4 057	2 454	3 498
Longline	16	1	28	402	0	0	0	0	7	3	0	46
Jigger	472	448	544	4 144	338	899	1 231	3 029	1 998	569	17	1 367
Handline	4 427	5 679	3 550	2 985	4 523	3 821	4 705	6 204	3 651	5 435	548	4 498
Weir	62	4	265	0	3	177	0	1	141	8	0	66
Others	6	0	15	4	645	813	510	313	320	0	0	263

* Preliminary

fall. Traps are also important, accounting for mean annual landings of 3,498 t. They are used chiefly in spring in Nova Scotia. Fall catches by purse seiners on the west coast of Newfoundland are also significant. The success of this fishery is strongly dependent on the water temperatures and prevailing winds in this region. These conditions likewise determine fishing success on the east coast of Newfoundland. For example, in the fall of 2000, 1,948 t of mackerel was taken in unit area 3Kh (Figure 1), which represents one of the largest landings made in this region since 1993 (Table 2).

Characteristics of the catches

The demographic structure of the mackerel population is characterized by the periodic arrival of a **dominant year-class**. Its development can be followed by examining catch at age or annual length frequency distributions. In the latter case, each of these classes is clearly associated with a principal mode, which gradually shifts over the years to larger sizes. This is the case, for example, of the **dominant year-classes** of 1974, 1982 and 1988, which are observed in the length frequency distributions associated with the spring gillnet fishery (Figure 7A), and the 1982 and 1988 year-classes, which are linked to the length frequency distributions of the fall handline fishery (Figure 7B). In the latter case, the mode associated with the 1999 year-class is already present.

Highlights of the 2000 fishing season

The most noteworthy aspect of the 2000 fishing season was the presence of a very large number of small mackerel in the catches. These individuals alone, which were just one year old and 270 mm long on average, made up 63 % of the total catch at age. This is the highest value observed since 1973 (Figure 8). Since there are no market outlets for these small fish and they were very abundant throughout the Gulf of St. Lawrence, many fishermen simply halted their fishing activities and this led to a sharp decline in landings.

The 1999 year-class could prove to be a **dominant year-class**. The advent of such a year-class cannot be predicted and much less explained with present knowledge. However, certain indicators do exist. For example, a review of **satellite maps** and of

thermograph data from index fishermen showed that the water temperatures recorded at the beginning of the 1999 season were higher than in preceding years. These conditions promoted the presence of larger numbers of mackerel near some shores and

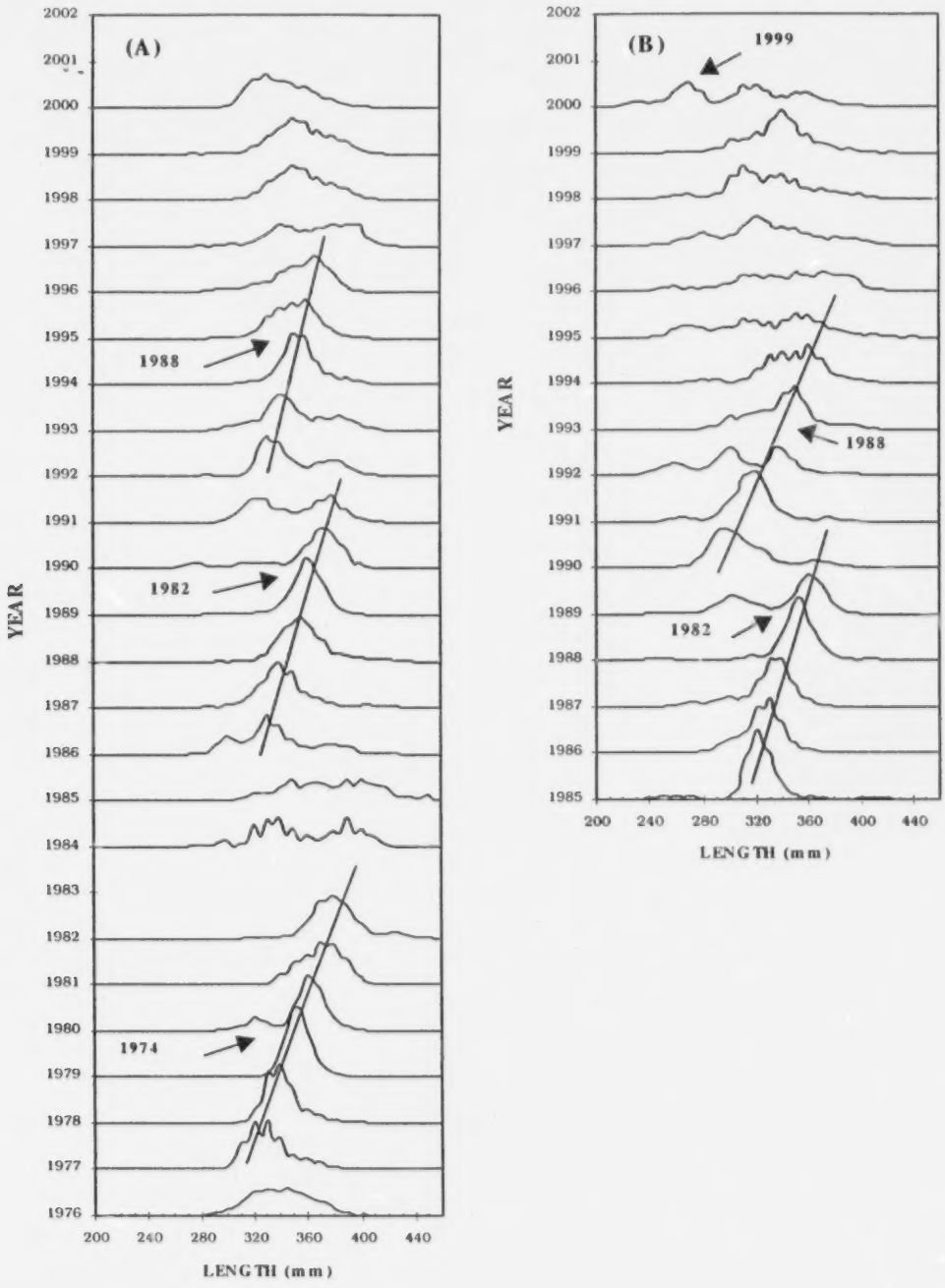

Figure 7. Annual length frequency distributions of mackerel caught by gillnets (A) and handlines (B) in the Gulf of St. Lawrence (Division 4T) (the strong year-classes that dominated these two fishery sectors are shown).

also explained the earlier arrival of mackerel in the Gulf of St. Lawrence. The 1999 fishing season was even opened prior to the normal starting date of June 1, in response to requests from many fishermen. An analysis of mean daily **gonadosomatic index** values showed that spawning took place earlier in 1998 and especially in 1999 than during the 1973-1997 period (Figure 9). Nonetheless, the situation returned to normal in 2000.

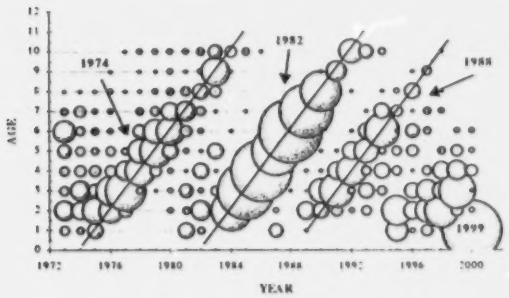

Figure 8. Canadian catch at age (%) for the period between 1973 and 2000 (the largest-ever catch of one-year-old fish was recorded in 2000; the dominant year-classes are also shown).

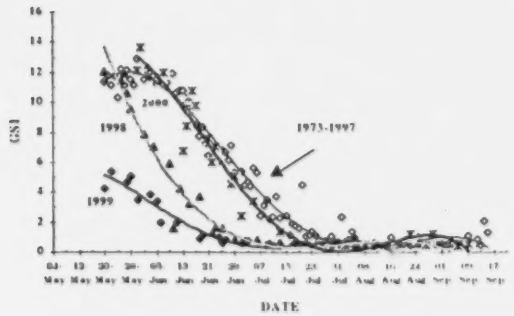

Figure 9. Mean daily gonadosomatic index (GSI) values, 1973 to 2000. Polynomial curves were adjusted to fit the data.

The industry

Over the past few years, mackerel fishermen and processors have expressed concern about the following: (1) In 2000, the presence of a large number of small mackerel in the Gulf of St. Lawrence was viewed as a collapse of the stock rather than the advent of **dominant year-class**; (2) The lack of market outlets for these small fish resulted in a substantial decline in fishing activity; (3) The fishery that takes place in winter and spring in US waters; (4) The drift gillnet fishery on Bradelle Bank in the spring; (5) The fall handline fishery, which is expanding more and more; (6) The abundance of mackerel in certain locations but not throughout the Gulf of St. Lawrence or along the shores of Nova Scotia; (7) The large numbers of seals found around fishing gear, especially gillnets and traps; (8) The risk of overharvesting the resource; (9) a **TAC** of 100,000 t that seems too high; and (10) The obvious lack of financial resources to run joint projects with DFO.

Resource status

The abundance of mackerel that spawn in the southern Gulf of St. Lawrence is calculated on the basis of a biennial egg survey. During this survey, samples are taken twice with plankton nets at stations distributed at regular intervals along parallel transects. For each of these passes, a mean number of eggs is first computed per unit surface area, and then this value is extrapolated to the entire sampled area to obtain daily egg production. Until recently, mean egg densities were calculated using a stratified random sampling plan. Now, densities are calculated by taking into account the geographic position and spatial variation of eggs. This **geostatistical approach** coupled with **kriging** has improved the accuracy of the estimated mean densities. Daily egg production values are used to calculate total or annual egg production based on a model that describes daily egg production during spawning. Annual production figures are converted into spawning biomasses by taking account

of certain biological characteristics of the females.

Abundance survey

During the first pass, from June 18 to 26, the largest egg concentrations were found in the area west of the Magdalen Islands (Figure 10A). Examination of the **satellite map** taken during that pass showed that this region had high surface water temperatures. Even higher water temperatures were observed during the second pass, conducted between June 26 and July 3 (Figure 10B). In this pass, the largest egg concentrations were found near the Gaspé Peninsula. Examination of the **satellite maps** and data collected using a probe attached to the nets showed that the water temperatures warmed up very rapidly during the survey.

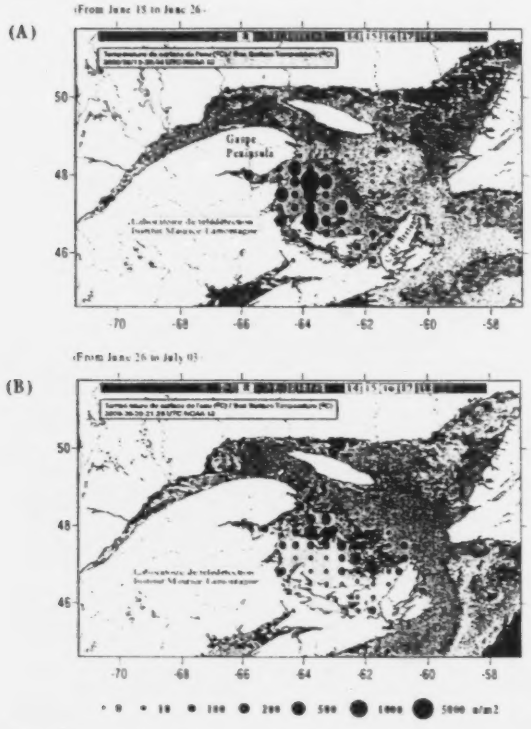

Figure 10. Distribution of mackerel eggs (number per square metre) during the first (A) and the second (B) pass of the 2000 survey in the southern Gulf of St. Lawrence.

In 2000, the number of stations found to have substantial egg concentrations was lower than in 1998. In addition, the area with very high egg concentrations, determined by **kriging**, was located in the middle of the Gulf in 2000 (Figure 11), as in the surveys done between 1983 and 1994, rather than in the region southwest of the Magdalen Islands as was the case in 1996 and 1998. The spawning biomass was estimated at 213,662 t for the first pass and 66,001 t for the second one, for a mean of 139,832 t. This value represents a drop of 134,324 t and 32,157 t in comparison with 1998 and 1996 (Figure 12).

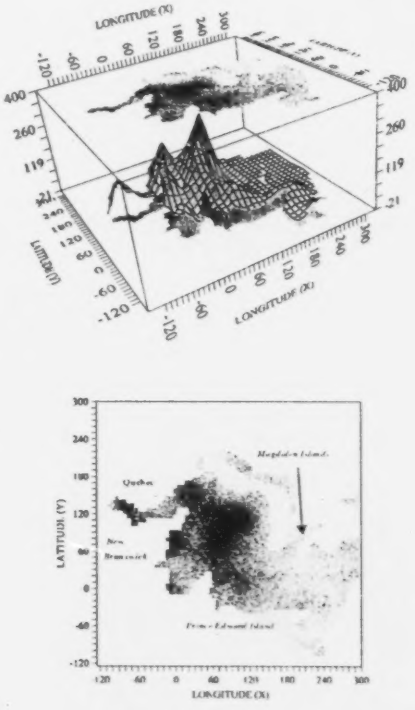

Figure 11. Surface kriged (3D and 2D representations) for mackerel egg densities recorded during the first sampling pass of the 2000 survey in the southern Gulf of St. Lawrence (the longitudes and latitudes have been transformed into Cartesian co-ordinates).

Daily Fecundity Reduction Method

The model used to convert daily egg production into annual production values is sensitive to mistiming between the survey and spawning. For example, the spawning biomass values will be overestimated if the survey takes place before peak spawning, with the reverse situation likewise being true. This problem could be avoided by a series of surveys covering the entire spawning period, as is done in Europe for mackerel abundance assessments.

The **D**aily **F**ecundity **R**eduction **M**ethod **(DFRM)** was devised to address this type of problem. This approach makes it possible to compute spawning biomass based on daily rather than total or annual egg production, taking into account the seasonal decline in female reproductive potential. The decline is measured on the basis of the seasonal diminution in the number of vitellogenic or mature oocytes and the number of females with active ovaries.

With this method, spawning biomass in 2000 was estimated at 562,533 t for the first pass and 169,510 t for the second one (Figure 12), for a mean value of 366,022 t. This value is higher than the 243,980 t computed using the same method in 1998, but smaller than the 443,095 t calculated in 1996. Compared with the traditional method, the biomass values computed with the **DFRM** should represent absolute rather than relative values. By contrast, the biomass obtained in the second pass of the 2000 survey may be underestimated, since it appears that this pass was conducted around the very end of the spawning period. With the likely advent of the **dominant year-class** of 1999, it will be interesting to compare these two methods once again.

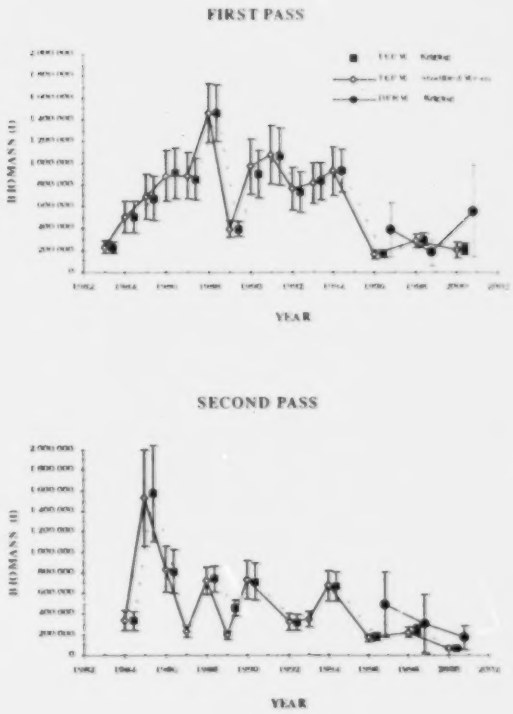

Figure 12. Spawning biomasses (t) of mackerel computed using two different methods (TEPM: Total Egg Production Method; DFRM: Daily Fecundity Reduction Method) and two different statistical approaches (stratified mean and kriging).

Analytical assessment

Studies to determine a suitable **VPA** (**V**irtual **P**opulation **A**nalysis) formula for the mackerel of the Gulf of St. Lawrence continued last year. It is difficult to apply **VPA** to mackerel mainly because of the following characteristics: (1) the very nature of the abundance index, which is not age disaggregated; (2) errors in estimating the spawning biomass, which are linked to the possible lack of synchronism between spawning and the survey; (3) the catch at age, which is underestimated as are landings; (4) **natural mortality**, which is set at 0.2 for all ages and all years; and (5) the

absence of key biological data such as weight at age for some months.

As in 1998, the preliminary results suggest that the biomasses estimated by **VPA** were strongly correlated with those derived from the survey and that the latter may overestimate the true abundance of mackerel some years. In fact, as is suggested by the date on which the **gonadosomatic index** reaches 50 % of its highest value and the profile of cumulative landings at the entrance to the Gulf, overestimation of this kind would have been greatest in the early 1990s.

Outlook

The results of the most recent egg sampling surveys strongly suggest that the number of mackerel frequenting Canadian waters is now at a level as low as that seen in the early 1980s. Although greater fishing effort could be directed at this stock, maintaining a Canadian **TAC** of 100,000 t may not be a very prudent approach at this time. The current situation is very different from that of the 1970s when some very strong year-classes helped to sustain catches of several hundred thousand tonnes of mackerel over a number of years. Nonetheless, the presence of a very large number of one-year-old fish in the catches made in 2000 could signal the arrival of a **dominant year-class** (1999) and, consequently, a reversal of the situation. The true strength of this year-class may be confirmed once the fish that comprise it are fully recruited to the fishery or during the next abundance survey, to be done in 2002. The fish of this year-class will then be three years old and most of them will be sexually mature.

Sources of uncertainty

Catches of mackerel used as bait do not appear in DFO's official statistics, which are based on processing plant purchase slips. **Recreational fishing**, which is very popular in summer, is not counted either. As these activities are common in several parts of the Maritimes and Quebec, real mackerel catches are underestimated considerably.

All fishing areas have not always been covered systematically by DFO's commercial sampling program over the years. As a result, the biological data collected and used as the basis for estimating abundance and monitoring the population may not reflect the true situation of the stock.

Management considerations

To improve fishery statistics, a mandatory **logbook** should be distributed to all fishermen, including fishermen who use mackerel as bait. The **logbooks** would also help to determine where the fish are, and greatly facilitate the study of relationships between mackerel distribution and certain environmental variables.

Recreational mackerel catches are probably high, considering that many fishermen (tourists) fish for this species all along the Atlantic coast. With an eye to future management of this activity and in order to improve the validity of fishery statistics we should soon start thinking about how to estimate these catches.

Finally, the minimum legal size, currently set at 250 mm, should be more realistic and more in line with mackerel biology. This value is well below the sizes of 299 mm and 270 mm computed from the **sexual maturity** curves for females and males. We recommend that the size linked to females be applied as soon as possible.

For more information:

François Grégoire
Maurice Lamontagne Institute
850 route de la Mer
Mont-Joli, Quebec
G5H 3Z4
Tel. (418)775-0589
Fax (418)775-0740
E-mail: gregoiref@dfo-mpo.gc.ca

Correct citation for this publication :

DFO, 2001. Atlantic Mackerel of the Northwest Atlantic. DFO – Science. Stock Status Report B4-04 (2001).

This report is available from the:

Regional Stock Assessment Office,
Department of Fisheries and Oceans,
Maurice-Lamontagne Institute,
P.O. Box. 1000, Mont-Joli,
Quebec, Canada
G5H 3Z4

Email: Stocksrl@dfo-mpo.gc.ca

ISSN 1480-4913

La version française est disponible à l'adresse ci-dessus.

Pêches et Océans Canada | Fisheries and Oceans Canada
Sciences | Science

Maquereau bleu du nord-ouest de l'Atlantique

Renseignements de base

La distribution du maquereau bleu (Scomber scombrus L.) dans le nord-ouest de l'Atlantique s'étend du Cape Hatteras, au large de la Caroline du Nord, jusqu'au golfe du Saint-Laurent et à la côte est de Terre-Neuve (Figure 1). Cette région est caractérisée par la présence de deux groupes ou stocks reproducteurs de maquereau ayant des aires de ponte différentes. Le stock sud fraie en mars et avril le long des côtes du New Jersey. Bien qu'il y ait de la fraie le long des côtes de la Nouvelle-Écosse, la ponte du maquereau du stock nord se déroule principalement dans le sud du golfe du Saint-Laurent en juin et juillet. Cette ponte est précédée à chaque année d'une longue migration qui débute quelques mois plus tôt dans la région du Banc Georges.

Dans les provinces maritimes et au Québec, plus de 15 000 pêcheurs pratiquent la pêche au maquereau. Celle-ci se déroule généralement près des côtes et les principaux engins utilisés sont, par ordre décroissant d'importance, le filet maillant, la ligne, la seine bourse et la trappe. Leur utilisation respective varie selon la région et la période de l'année.

Les débarquements de maquereau des pêcheurs canadiens sont généralement stables d'une année à l'autre. En moyenne, depuis 1990, ils se situent à un peu plus de 21 000 t par année. Cependant, à l'échelle régionale, ils peuvent présenter d'importantes variations qui s'expliquent par des changements dans les routes de migration. Ces changements sont causés entre autres par la sensibilité de l'espèce à certaines conditions environnementales dont la plus importante est la température de l'eau.

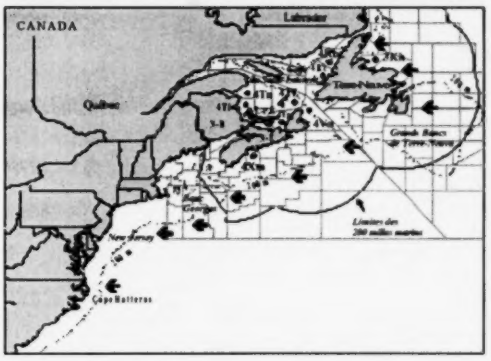

Figure 1. Distribution (←) du maquereau bleu (Scomber scombrus L.) dans le nord-ouest de l'Atlantique et principaux lieux de pêche (•).

Sommaire

- En 2000, le fait marquant de la pêche au maquereau dans le golfe du Saint-Laurent a été la présence dans les captures d'un très grand nombre de petits poissons. En fait, près de 63 % de toutes les prises était constitué de poissons âgés de un an seulement, c'est-à-dire de la classe d'âge de 1999. L'absence de marchés pour ces poissons, dont la taille moyenne était de 270 mm, a été la cause d'une réduction considérable de l'effort de pêche et des débarquements correspondants.
- Jusqu'en 1984, la **condition** du maquereau à son arrivée dans le golfe du Saint-Laurent a été relativement élevée par rapport à la période comprise entre 1985 et 1998 et en 2000. De plus, les variations annuelles de la condition sont très similaires à celles des températures moyennes de l'eau de la **CIF** (Couche **I**ntermédiaire **F**roide).
- L'examen de l'**indice gonado-somatique** révèle que la ponte en 1998 et 1999 s'est déroulée plus tôt par rapport à la période comprise entre 1973 et 1997. Les activités reproductrices se sont terminées à la fin du mois de juin comparativement à la fin du mois de juillet pour les années antérieures. En 2000, la situation s'est rétablie avec un

Maquereau bleu du nord-ouest de l'Atlantique

Renseignements de base

La distribution du maquereau bleu (Scomber scombrus L.) dans le nord-ouest de l'Atlantique s'étend du Cape Hatteras, au large de la Caroline du Nord, jusqu'au golfe du Saint-Laurent et à la côte est de Terre-Neuve (Figure 1). Cette région est caractérisée par la présence de deux groupes ou stocks reproducteurs de maquereau ayant des aires de ponte différentes. Le stock sud fraie en mars et avril le long des côtes du New Jersey. Bien qu'il y ait de la fraie le long des côtes de la Nouvelle-Écosse, la ponte du maquereau du stock nord se déroule principalement dans le sud du golfe du Saint-Laurent en juin et juillet. Cette ponte est précédée à chaque année d'une longue migration qui débute quelques mois plus tôt dans la région du Banc Georges.

Dans les provinces maritimes et au Québec, plus de 15 000 pêcheurs pratiquent la pêche au maquereau. Celle-ci se déroule généralement près des côtes et les principaux engins utilisés sont, par ordre décroissant d'importance, le filet maillant, la ligne, la seine bourse et la trappe. Leur utilisation respective varie selon la région et la période de l'année.

Les débarquements de maquereau des pêcheurs canadiens sont généralement stables d'une année à l'autre. En moyenne, depuis 1990, ils se situent à un peu plus de 21 000 t par année. Cependant, à l'échelle régionale, ils peuvent présenter d'importantes variations qui s'expliquent par des changements dans les routes de migration. Ces changements sont causés entre autres par la sensibilité de l'espèce à certaines conditions environnementales dont la plus importante est la température de l'eau.

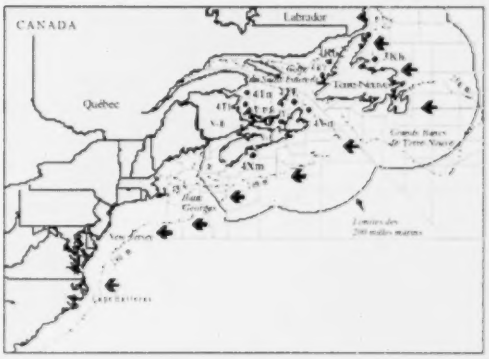

Figure 1. Distribution (←) du maquereau bleu (Scomber scombrus L.) dans le nord-ouest de l'Atlantique et principaux lieux de pêche (•).

Sommaire

- En 2000, le fait marquant de la pêche au maquereau dans le golfe du Saint-Laurent a été la présence dans les captures d'un très grand nombre de petits poissons. En fait, près de 63 % de toutes les prises était constitué de poissons âgés de un an seulement, c'est-à-dire de la classe d'âge de 1999. L'absence de marchés pour ces poissons, dont la taille moyenne était de 270 mm, a été la cause d'une réduction considérable de l'effort de pêche et des débarquements correspondants.
- Jusqu'en 1984, la **condition** du maquereau à son arrivée dans le golfe du Saint-Laurent a été relativement élevée par rapport à la période comprise entre 1985 et 1998 et en 2000. De plus, les variations annuelles de la condition sont très similaires à celles des températures moyennes de l'eau de la **CIF** (**C**ouche **I**ntermédiaire **F**roide).
- L'examen de l'**indice gonado-somatique** révèle que la ponte en 1998 et 1999 s'est déroulée plus tôt par rapport à la période comprise entre 1973 et 1997. Les activités reproductrices se sont terminées à la fin du mois de juin comparativement à la fin du mois de juillet pour les années antérieures. En 2000, la situation s'est rétablie avec un

indice dont la valeur maximale était atteinte dès le début du mois de juin.

- Selon le relevé d'abondance réalisé en 2000, les biomasses reproductrices auraient été de 213 662 t pour le premier trajet et de 66 001 t pour le second, soit une moyenne de 139 832 t. Même si cet indice est considéré comme étant relatif, les valeurs obtenues depuis 1996 sont en deçà de celles qui ont été observées au cours des années précédentes. Ces faibles abondances pourraient s'expliquer par l'absence, depuis plusieurs années, d'une ou plusieurs **classes d'âge dominantes**. Toutefois, le manque de synchronisme possible entre la ponte et la date de ces relevés pourrait avoir entraîné des erreurs d'évaluation.
- Ce manque de synchronisme est corrigé par l'utilisation de la **M**éthode de la **R**éduction **J**ournalière de la **F**écondité (**MRJF**). Cette méthode permet de calculer une biomasse reproductrice à partir de la mesure de la production quotidienne d'oeufs et du déclin saisonnier du potentiel reproducteur des femelles. Selon la **MRJF**, les biomasses reproductrices de maquereau en 2000 seraient de 562 533 t pour le premier trajet et de 169 510 t pour le second, soit une moyenne de 366 022 t comparativement à 243 980 t pour 1998 et 443 095 t pour 1996.
- À titre exploratoire, une Analyse **S**équentielle des **P**opulations (**ASP**) a été réalisée en utilisant la capture à l'âge canadienne et les biomasses reproductrices du relevé des oeufs en guise d'indice de calibrage. Les résultats préliminaires de l'**ASP** suggèrent que les méthodes d'analyse du relevé, pour certaines années, surévalueraient d'une façon importante la taille réelle du stock. Comme l'indique par exemple les variations annuelles de la date où l'**indice gonado-somatique** atteint 50 % ou le patron de certains débarquements cumulatifs, une telle surévaluation se serait produite dans le cas des relevés réalisés au début des années 1990.
- À la lumière de ces résultats et des principes de base qui régissent **l'approche de précaution**, le maintien d'un **TAC** (**T**otal **A**dmissible des **C**aptures) canadien de 100 000 t ne s'avère plus être un choix très prudent.

Sommaire des principaux attributs du stock

ATTRIBUT	TENDANCE RÉCENTE	SITUATION ACTUELLE
Indice de condition (juin)	Avant 1985, supérieur à la moyenne (1973-1999) et inférieur, de 1985 à 1998.	Valeur de 1999 à nouveau au-dessus de la moyenne, valeur en 2000 sous cette moyenne. Relation très forte avec les températures de la CIF.
Indice gonado-somatique (IGS)	Entre 1973 et 1997, une valeur maximale d'environ 12 % est atteinte vers le 1er juin et la fin de la ponte (IGS = 1 %) se situe vers la fin de juillet.	En 1998, ponte plus hâtive que la moyenne. En 1999, au 1er juin, une valeur maximale de l'IGS d'environ 4 % et une fin de ponte à la fin de juin. En 2000, retour à la normale.
Poids et longueur à l'âge	Sous la moyenne (1973-1998) dans les années 1970 et au-dessus, dans les années 1980. La croissance des classes d'âge est inversement reliée à leur abondance.	Sous cette moyenne dans les années 1990, mais au dessus en 2000. Croissance plus lente chez les classes d'âge de la fin des années 1990.
Fréquences de longueur annuelles	Présence d'un mode principal se déplaçant au cours des ans et associé aux classes d'âge dominantes.	Absence d'un tel mode vers la fin des années 1990.
Sélectivité des engins de pêche	Le mode correspondant aux classes d'âge dominantes apparaît plus tôt chez les fréquences de longueur associées aux captures à la ligne.	En 2000, présence d'un tel mode (classe d'âge de 1999) dans les fréquences de longueur des captures à la ligne.
Classes d'âge dominantes	Les dernières classes d'âge dominantes ont été celles de 1959, 1967, 1969, 1974, 1982 et 1988.	En 2000, 63 % de la capture à l'âge était constituée de poissons âgés d'un an seulement. Cette valeur est la plus élevée depuis 1973.
Relevé des oeufs	La biomasse reproductrice augmente entre 1983 et 1988 avant de diminuer et d'être relativement stable entre 1990 et 1994. Fluctuations dans les biomasses totales reliées à l'arrivée et au passage dans la population des classes d'âge dominantes. Durant les années 1980 et jusqu'en 1994, les fortes concentrations d'oeufs mesurées par krigeage se retrouvaient dans le centre du golfe du Saint-Laurent.	Les valeurs obtenues en 1996, 1998 et 2000 sont très faibles et du même ordre de grandeur que celle calculée en 1983. La diminution d'abondance observée récemment s'expliquerait par l'absence d'un fort recrutement ou par des erreurs d'évaluation causées par le manque possible de synchronisme entre la ponte et le relevé. En 1996 et 1998, les fortes concentrations d'oeufs ont été retrouvées plus au sud, près de la pointe sud-ouest des Îles-de-la-Madeleine. En 2000, elles se sont retrouvées une fois de plus dans le centre du Golfe.

Biologie du maquereau

Le maquereau bleu (*Scomber scombrus L.*) appartient à la grande famille des **Scombridés**. Cette famille qui est largement répandue dans les eaux tropicales et tempérées des océans du monde entier comprend un très grand nombre d'espèces dont les plus connues sont les thons. Le maquereau bleu est l'espèce du genre *Scomber* qui a la distribution la plus nordique. De plus, contrairement aux deux autres espèces appartenant à ce genre, il ne possède pas de vessie natatoire. Cette caractéristique biologique qui l'oblige à nager continuellement lui permet cependant de changer très rapidement sa position dans la colonne d'eau. Lors de ses longues migrations annuelles, le maquereau se déplace en bancs parfois très denses, spécialement au printemps et à l'automne. Les bancs sont généralement composés d'individus de même taille qui se déplacent à des vitesses identiques.

Bien qu'il y ait de la fraie le long des côtes de la Nouvelle-Écosse, le maquereau fréquentant les eaux canadiennes se reproduit principalement dans le sud du golfe du Saint-Laurent en juin et juillet. Les plus importantes concentrations d'oeufs se retrouvent dans la région située au sud du Chenal Laurentien, à l'ouest des Îles-de-la-Madeleine. La reproduction est dite **multiple,** parce que chaque femelle effectue plusieurs pontes, et **asynchrone,** parce que la ponte peut être effectuée à n'importe quel moment du jour et de la nuit. Le temps de développement des oeufs dépend de la température de l'eau et à leur éclosion, les larves mesurent environ 3 mm. C'est à partir de 50 mm que ces dernières se transforment en **juvéniles** qui se regroupent par la suite en bancs. Certains de ces bancs se retrouvent en milieux côtiers, ce qui peut s'expliquer par une migration des juvéniles des aires de fraie vers la côte. La fraction de la population **juvénile** engagée dans cette migration, de même que le rôle des habitats côtiers pour les **juvéniles**, ne sont pas bien connus. L'espèce se nourrit principalement de plancton. À l'âge adulte, l'alimentation inclut des petits poissons et des calmars. La croissance est très rapide et, dès la fin de la seconde année de croissance (âge 1+), la longueur et le poids atteints sont d'environ 270 mm et 200 g respectivement (Figure 2).

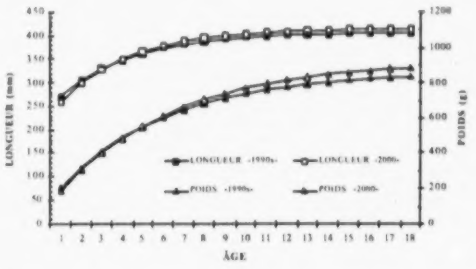

Figure 2. Longueur (mm) et poids (g) à l'âge pour le maquereau échantillonné le long des côtes canadiennes entre 1990 et 1999 (1990s) et en 2000.

La croissance s'effectue surtout au cours des premières années de vie et elle devient plus rapide chez les femelles à partir de quatre ans. Le maquereau bleu peut vivre au-delà de 15 ans, mais il atteint rarement une longueur supérieure à 450 mm. La croissance peut varier d'une année à l'autre ou d'une classe d'âge à l'autre. Par exemple, elle est plus lente chez les **classes d'âge dominantes** (Figure 3).

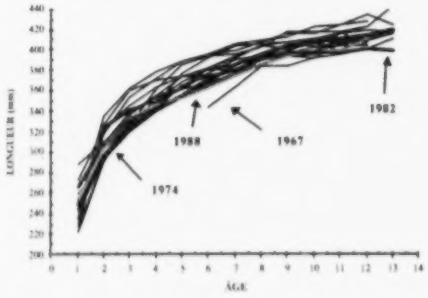

Figure 3. Longueurs moyennes (mm) à l'âge pour les classes d'âge observées chez le maquereau depuis la fin des années 1960 (les 4 plus importantes classes sont indiquées).

La **condition** du maquereau est à son plus bas au printemps, alors que les valeurs les plus élevées sont observées à l'automne. Jusqu'en 1984 inclusivement, la **condition** du maquereau à son arrivée dans le golfe du Saint-Laurent et lors de la ponte était supérieure à la valeur moyenne calculée pour la période comprise entre 1973 et 1999 (Figure 4). Entre 1985 et 2000, et à l'exception de 1999, les valeurs annuelles ont été inférieures à cette moyenne. Les variations annuelles de la **condition** chez le maquereau sont très similaires à celles des températures moyennes de la **CIF** (**C**ouche **I**ntermédiaire **F**roide) (Figure 4). Les relations possibles entre la **condition** et ces températures ne sont pas très bien connues. Par contre, on présume que cette diminution de la **condition** pourrait avoir un impact sur la **mortalité naturelle** du maquereau.

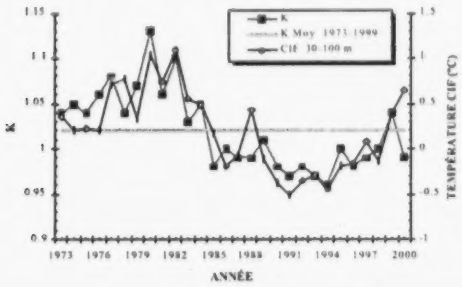

Figure 4. Facteur de condition K (de Fulton) moyen calculé en juin, et température (°C) moyenne de la couche de 30 à 100 m associée à la CIF (Dr Denis Gilbert, Institut Maurice-Lamontagne, Mont-Joli, comm. pers.).

C'est pendant la fraie que le **pourcentage en gras** est à son plus bas, soit environ 5 %. Une fois les activités reproductrices terminées, il augmente graduellement pour atteindre 20 % et plus à l'automne. On retrouve des variations annuelles dans le **pourcentage en gras** de même que des variations selon la longueur ou le poids.

Par rapport à d'autres espèces, la **maturité sexuelle** chez le maquereau est rapide de sorte que la taille à laquelle 50 % des femelles et des mâles sont matures est de 299 mm et 270 mm respectivement (Figure 5). La maturité est atteinte chez tous les maquereaux à 340 mm et près de la moitié des poissons de deux ans sont matures. La maturité est fonction de la taille plutôt que de l'âge. Pour les **classes d'âge dominantes**, comme celles de 1959 et 1967 où une croissance plus lente a été observée, c'est à cinq ans et à une longueur de 330 mm que tous les poissons ont atteint leur maturité.

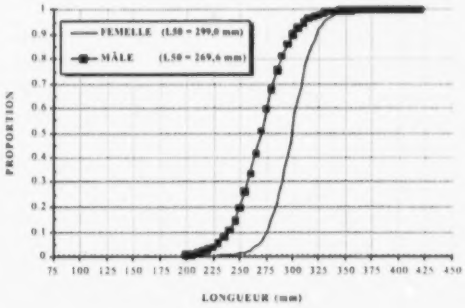

Figure 5. Maturité à la longueur chez le maquereau échantillonné dans la baie St. Margarets en Nouvelle-Écosse en 1996 (L50 représente la longueur à partir de laquelle 50% des poissons sont matures).

La pêche

Généralités

De l'ordre de 300 000 t à 400 000 t au début des années 1970 (Figure 6), les débarquements de maquereau dans le nord-ouest de l'Atlantique ont connu une réduction considérable avec l'instauration de la zone économique exclusive de 200 milles marins. En raison d'ententes entre les États-Unis et la Communauté des États Indépendants, les débarquements ont augmenté de façon significative au début des années 1980 pour atteindre un maximum de près de 90 000 t en 1988. Une réduction graduelle des contingents alloués par les

États-Unis jusqu'à l'arrêt complet de cette pêche en 1992 explique l'importante réduction des débarquements qui a été observée par la suite.

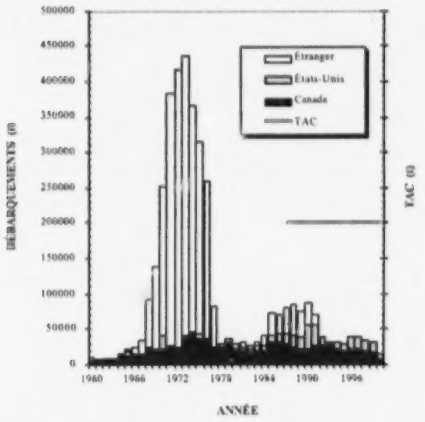

Figure 6. Débarquements (t) annuels de maquereau et TAC (t) pour tout le nord-ouest de l'Atlantique (le Canada propose un TAC de 200 000 t divisé également avec les États-Unis).

Débarquements canadiens

En eaux canadiennes, les débarquements annuels de maquereau sont généralement stables d'une année à l'autre. La moyenne des dernières années se situe à un peu plus de 21 000 t (Tableau 1). De toutes les provinces de l'Atlantique, la Nouvelle-Écosse enregistre le plus de débarquements avec une moyenne annuelle de 6 829 t. En termes de débarquements, les plus importantes zones unitaires sont 4Tl, 4Tf et 4Xm (Figure 1) avec des moyennes annuelles de 3 999 t, 3 414 t et 3 119 t respectivement (Tableau 2). À une échelle géographique plus fine, comme au niveau du district statistique ou de la communauté de pêche, les débarquements peuvent présenter des fluctuations annuelles importantes. Celles-ci s'expliquent par de grandes variabilités dans les patrons saisonniers de migration alors que la pêche s'effectue généralement aux mêmes endroits.

Les principaux engins utilisés par les pêcheurs canadiens sont le filet maillant et la ligne auxquels correspondent des débarquements annuels moyens de 6 575 t et 4 498 t respectivement (Tableau 3). Le filet maillant est surtout utilisé au printemps et la ligne, à l'automne. La trappe est aussi un engin de pêche important avec des débarquements annuels moyens de 3 498 t. Elle est surtout utilisée au printemps par les pêcheurs de la Nouvelle-Écosse. Finalement, des captures significatives sont aussi réalisées sur la côte ouest de Terre-Neuve à l'automne par des pêcheurs à la seine bourse. Le succès de cette pêche est fortement relié aux températures de l'eau et aux vents qui prévalent dans cette région. Ces conditions sont aussi responsables du succès de pêche rencontré sur la côte est de Terre-Neuve. Par exemple, à l'automne de 2000, 1 948 t de maquereau ont été capturées dans la zone unitaire 3Kh (Figure 1), ce qui représente les plus importants débarquements dans cette région depuis 1993 (Tableau 2).

Tableau 1. Captures (t) annuelles de maquereau pour les provinces maritimes et le Québec depuis 1990.

PROVINCE	ANNÉE											Moyenne
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000*	(1990-1999)
Nouvelle-Écosse	9 182	8 115	8 831	7 144	7 792	6 681	5 517	5 669	4 562	4 797	2 710	**6 829**
Nouveau-Brunswick	3 614	2 137	1 748	1 989	1 879	2 206	2 683	1 990	1 682	1 373	223	**2 130**
Île-du-Prince-Édouard	2 458	3 922	2 299	4 580	4 441	2 518	4 017	6 693	6 784	3 842	1 459	**4 156**
Québec	1 971	3 256	3 480	3 175	3 529	3 382	4 317	5 769	4 066	5 104	609	**3 805**
Terre-Neuve	4 041	8 341	6 915	9 343	2 775	2 862	3 830	1 188	2 149	1 445	3 794	**4 289**
Non déterminé	0	0	0	0	0	0	0	0	91	0	0	**9**
TOTAL	**21 266**	**25 771**	**23 273**	**26 232**	**20 417**	**17 650**	**20 364**	**21 309**	**19 334**	**16 561**	**8 795**	**21 218**

* Données préliminaires

Tableau 2. Captures (t) annuelles de maquereau pour les principales zones unitaires et sous-division (4Vn) de pêche de l'OPANO.*

ZONE UNITAIRE / SOUS-DIVISION	ANNÉE											Moyenne
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000**	(1990-1999)
3Kh	179	35	270	1 964	9	5	0	0	0	0	1 948	246
4Rb	626	2 596	1 434	2 371	1 605	663	868	217	650	751	1 106	1 178
4Rc	263	4 578	3 185	915	799	1 326	2 100	617	1 388	679	653	1 585
4Tf	1 986	3 086	3 190	2 674	3 286	2 925	3 805	5 257	3 268	4 662	270	3 414
4Tg	548	884	278	415	756	600	844	2 861	2 510	826	165	1 052
4Tl	3 331	3 885	2 455	4 797	4 285	2 977	4 651	5 332	4 769	3 511	1 357	3 999
4Tn	945	921	794	826	650	728	688	698	1 035	952	235	824
4Vn	2 396	2 384	1 277	1 579	1 671	1 475	1 591	835	554	757	33	1 452
4Xm	2 542	2 646	4 021	2 799	4 647	4 141	2 342	3 123	1 886	3 045	1 656	3 119
TOTAL	**12 817**	**21 013**	**16 903**	**18 340**	**17 708**	**14 841**	**16 888**	**18 941**	**16 059**	**15 184**	**7 423**	**16 869**
Autres	8 449	4 758	6 371	7 892	2 709	2 809	3 476	2 368	3 275	1 377	1 372	4 348
GRAND TOTAL	**21 266**	**25 771**	**23 273**	**26 232**	**20 417**	**17 650**	**20 364**	**21 309**	**19 334**	**16 561**	**8 795**	**21 218**

Tableau 3. Captures (t) annuelles de maquereau pour les principaux engins de pêche utilisés sur la côte est canadienne.

ENGIN	ANNÉE											Moyenne
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000**	(1990-1999)
Chalut	2 616	9772	050	605	0	59	68	92	9	12	0	649
Seine Bourse	3 707	8 453	6 798	9 556	3 229	2 720	3 607	1 116	1 572	1 348	3 793	4 211
Autres Seines	150	17	50	234	0	0	0	9	0	0	0	46
Filet maillant	7 933	7 284	5 646	8 276	6 322	4 442	6 420	6 657	7 637	5 128	1 982	6 575
Trappe	1 877	2 907	4 327	31	5 356	4 719	3 821	3 889	3 999	4 057	2 454	3 498
Palangre	16	1	28	402	0	0	0	0	7	3	0	46
Turlutte	472	448	5444	144	338	8991	231	3 029	1 998	569	17	1 367
Ligne à main	4 427	5 679	3 550	2 985	4 523	3 821	4 705	6 204	3 651	5 435	548	4 498
Fascine	62	4	265	0	3	177	0	1	141	8	0	66
Autres	6	0	15	4	645	813	510	313	320	0	0	263

* Voir Figure 1

** Données préliminaires

Caractéristiques des captures

Chez le maquereau, la structure démographique de la population se caractérise par l'arrivée périodique d'une **classe d'âge dominante**. Il est possible d'en suivre l'évolution par l'examen de la capture à l'âge ou des fréquences de longueur annuelles. Dans ce dernier cas, chacune de ces classes s'identifie clairement à un mode principal qui se déplace graduellement au cours des ans vers de plus grandes tailles. C'est le cas par exemple des **classes d'âge dominantes** de 1974, 1982 et 1988 qui sont observées chez les distributions des fréquences de longueur associées à la pêche printanière au filet maillant (Figure 7A) et des classes d'âge de 1982 et 1988 chez celles de la pêche d'automne à la ligne (Figure 7B). Dans ce dernier cas, le mode associé à la classe d'âge de 1999 est déjà présent.

Particularités de la saison de pêche 2000

Le fait marquant de la saison de pêche 2000 a été la présence dans les captures d'un très grand nombre de petits maquereaux. Ces derniers, âgés d'un an seulement et d'une longueur moyenne de 270 mm, ont constitué à eux seuls 63 % de toute la capture à l'âge. Cette valeur est d'ailleurs la plus importante à être observée depuis 1973 (Figure 8). Comme il n'y a pas de marchés pour ces petits poissons et que ces derniers étaient très abondants dans tout le golfe du Saint-Laurent, plusieurs activités de pêche ont tout simplement été arrêtées, ce qui explique la diminution marquée des débarquements.

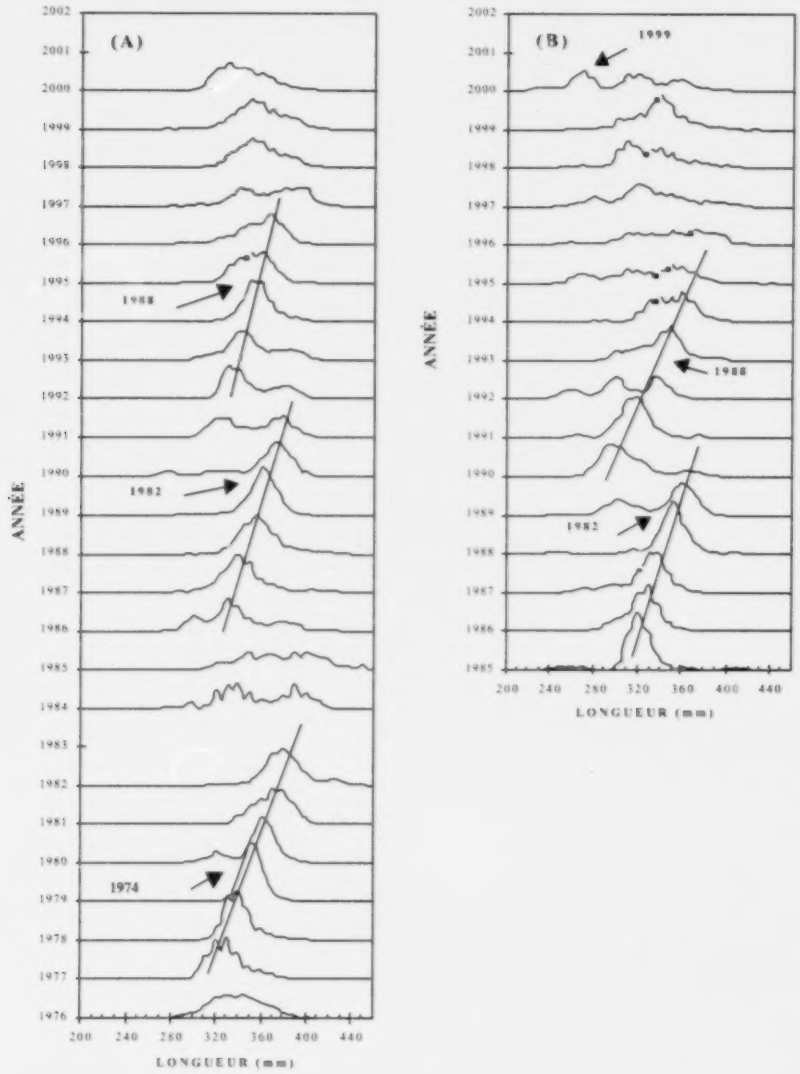

Figure 7. Fréquences de longueur annuelles du maquereau capturé aux filets maillants (A) et à la ligne (B) dans le golfe du Saint-Laurent (division 4T) (les fortes classes d'âge qui ont dominé ces deux secteurs de la pêche sont indiquées).

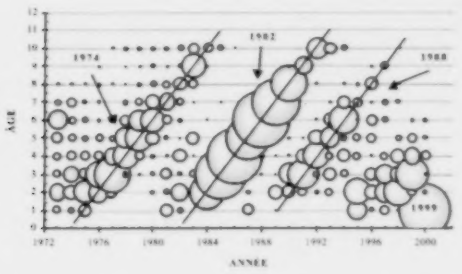

Figure 8. Capture à l'âge (%) canadienne du maquereau pour la période comprise entre 1973 et 2000 (la capture des poissons âgés de 1 an en 2000 est la plus importante à avoir été observée pour cet âge; les classes d'âge dominantes sont aussi présentées).

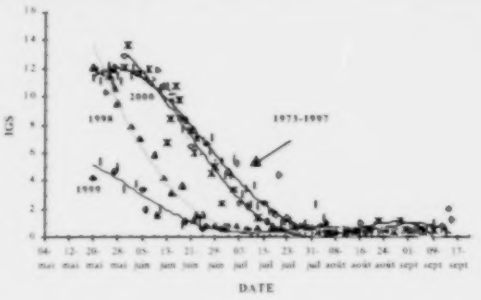

Figure 9. Moyennes journalières de l'indice gonado-somatique (IGS) calculées pour la période comprise entre 1973 et 2000. Des courbes polynomiales ont été ajustées aux données.

La classe d'âge de 1999 pourrait s'avérer être une **classe d'âge dominante**. Pour l'instant, l'arrivée d'une telle classe ne peut pas être prédite et encore moins expliquée. Cependant, il existe certains indices. Par exemple, l'examen des **cartes satellites** et des données recueillies par les thermographes de certains pêcheurs repères ont révélé que les températures de l'eau observées au début de la saison 1999 étaient plus élevées qu'au cours des années précédentes. En plus d'avoir favorisé une présence accrue du maquereau près de certaines côtes, ces conditions ont aussi été responsables de son arrivée plus hâtive dans le golfe du Saint-Laurent. À la demande de plusieurs pêcheurs, la saison de pêche de 1999 a même été ouverte avant la date habituelle du premier juin. L'examen des valeurs journalières moyennes de l'**indice gonado-somatique** a aussi démontré que la ponte en 1998, et surtout en 1999, s'était déroulée plus tôt par rapport aux années précédentes (1973-1997) (Figure 9). La situation s'est par contre rétablie en 2000.

L'industrie

Au cours des dernières années, les pêcheurs et les industriels de la pêche au maquereau ont manifesté leur inquiétude face aux points suivants: (1) en 2000, la présence en grand nombre de petits maquereaux dans le golfe du Saint-Laurent qui a été perçue comme un effondrement du stock et non comme l'arrivée d'une **classe d'âge dominante**, (2) l'absence de marchés pour ces petits poissons a causé une diminution considérable des activités de pêche, (3) la pêche qui se déroule l'hiver et le printemps en eaux américaines, (4) la pêche aux filets maillants dérivants sur le Banc de Bradelle au printemps, (5) la pêche d'automne à la ligne qui est de plus en plus importante, (6) l'abondance du maquereau à certains endroits précis mais non à la grandeur du golfe du Saint-Laurent ou des côtes de la Nouvelle-Écosse, (7) l'abondance des phoques près des engins de pêche, en particulier les filets maillants et les trappes, (8) le danger de surexploiter la ressource, (9) un **TAC** de 100 000 t qui semble exagéré, et finalement (10) le manque flagrant de ressources financières pour réaliser des projets conjoints avec Pêches et Océans.

État de la ressource

L'abondance du maquereau se reproduisant dans le sud du golfe du Saint-Laurent est présentement évaluée à partir des données qui sont recueillies lors d'un relevé bisannuel des oeufs. Lors de ce relevé, des stations distribuées régulièrement le long de transects parallèles sont échantillonnées à deux reprises à l'aide de filets à plancton. Pour chacun des deux trajets, un nombre moyen d'oeufs est d'abord calculé par unité de surface puis extrapolé pour toute la zone échantillonnée de façon à obtenir une production quotidienne d'oeufs. Jusqu'à récemment, les densités moyennes d'oeufs étaient calculées selon un plan d'échantillonnage aléatoire stratifié. Ces densités sont maintenant déterminées en tenant compte de leur position géographique et de leur variation spatiale. En procédant de cette façon, c'est-à-dire par **géostatistique** et **krigeage**, la précision des densités moyennes à estimer se trouve améliorée. Les productions quotidiennes d'oeufs sont par la suite utilisées pour calculer des productions totales ou annuelles selon un modèle décrivant la production journalière d'oeufs lors de la ponte. Finalement, les productions annuelles sont converties en biomasses reproductrices en tenant compte de certaines caractéristiques biologiques des femelles.

Relevé d'abondance

Lors du premier trajet qui s'est déroulé entre le 18 et le 26 juin, les plus importantes concentrations d'oeufs ont été retrouvées dans la région située à l'ouest des Îles-de-la-Madeleine (Figure 10A). L'examen d'une **carte satellite** qui a été prise lors de ce trajet démontre aussi que cette région était caractérisée par des températures élevées de l'eau en surface. Des températures de l'eau encore plus élevées ont été observées lors du second trajet qui a été réalisé entre le 26 juin et le 3 juillet (Figure 10B). Pour ce trajet, les plus importantes concentrations d'oeufs ont été retrouvées près de la péninsule gaspésienne. L'examen des **cartes satellites** et des données prises à l'aide d'un appareil fixé aux filets révèlent aussi que les températures de l'eau se sont réchauffées très rapidement lors du relevé.

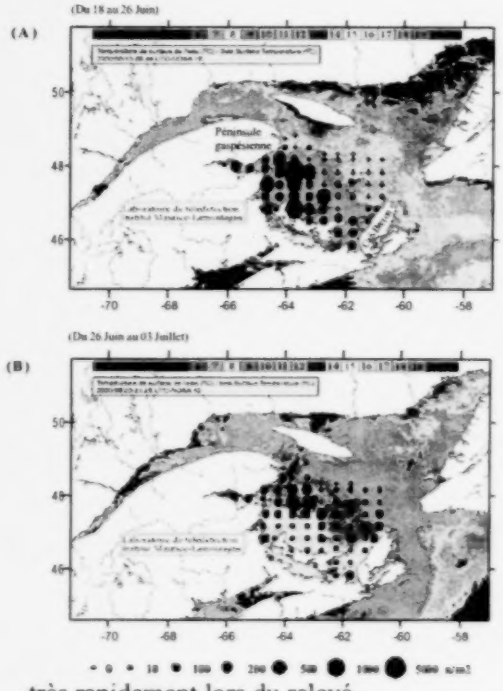

Figure 10. Distribution des œufs de maquereau (nombre par mètre carré) pour le premier (A) et le second (B) trajet du relevé réalisé en 2000 dans le sud du golfe du Saint-Laurent.

En 2000, le nombre de stations ayant des concentrations importantes d'oeufs a été moins élevé qu'en 1998. De plus, la zone de très fortes concentrations d'oeufs, déterminée par **krigeage**, s'est retrouvée en 2000 au centre du Golfe (Figure 11), comme dans le cas des relevés réalisés entre 1983 et 1994, et non pas dans la région située au sud-ouest des Îles-de-la-Madeleine, comme en 1996 et 1998. Les biomasses reproductrices ont été évaluées à 213 662 t pour le premier trajet et à 66 001 t pour le

second, soit une moyenne de 139 832 t. Cette valeur représente des baisses respectives de 134 324 t et 32 157 t par rapport à 1998 et 1996 (Figure 12).

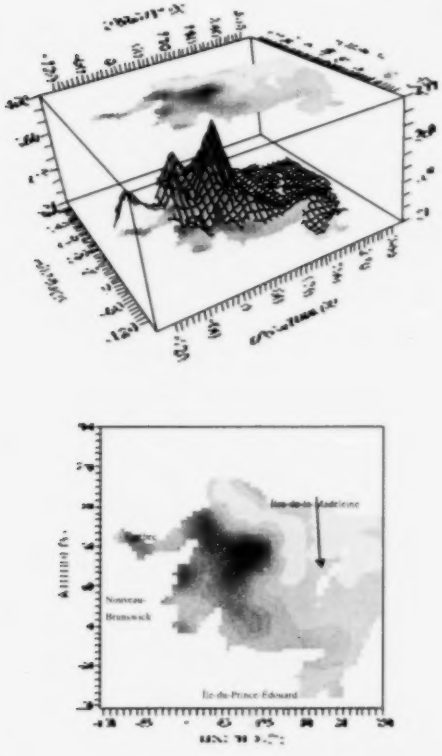

Figure 11. Surface krigée (représentations 3D et 2D) pour les densités d'œufs de maquereau mesurées lors du premier trajet du relevé réalisé en 2000 dans le sud du golfe du Saint-Laurent (les longitudes et les latitudes ont été transformées en coordonnées cartésiennes).

Méthode de la Réduction Journalière de la Fécondité

Le modèle utilisé pour convertir les productions quotidiennes d'oeufs en productions annuelles est sensible au manque de synchronisme qui peut se produire entre le déroulement de la ponte et celui du relevé d'abondance. Par exemple, les biomasses reproductrices seront surévaluées si le relevé précède le pic de la ponte, et l'inverse est aussi vrai. Ce problème pourrait être évité par une série de relevés couvrant toute la période de ponte, comme c'est le cas par exemple en Europe pour l'évaluation de l'abondance du maquereau.

La **M**éthode de la **R**éduction **J**ournalière de la **F**écondité (**MRJF**) a été proposée pour corriger ce type de problème. Cette méthode permet de calculer une biomasse reproductrice non pas à partir des productions annuelles d'oeufs mais bien des productions quotidiennes. Les calculs reliés à la **MRJF** sont basés sur le déclin saisonnier du potentiel reproducteur des femelles. Ce déclin est mesuré à partir de la diminution quotidienne du nombre d'ovocytes vitellogènes ou matures et de la proportion des femelles ayant des ovaires actifs.

Selon cette méthode, les biomasses reproductrices en 2000 ont été évaluées à 562 533 t pour le premier trajet et 169 510 t pour le second (Figure 12), soit une moyenne de 366 022 t. Cette valeur est supérieure aux 243 980 t qui ont été calculées selon cette même méthode en 1998, mais inférieure aux 443 095 t de 1996. Par rapport à la méthode traditionnelle, les biomasses calculées selon la **MRJF** devraient représenter des valeurs absolues et non relatives. Par contre, la biomasse obtenue pour le second trajet du relevé de 2000 pourrait être sous-estimée car il semble bien que ce trajet ait été réalisé vers la toute fin de la ponte. Avec l'arrivée probable de la **classe d'âge dominante** de 1999, il sera intéressant de comparer à nouveau ces deux méthodes.

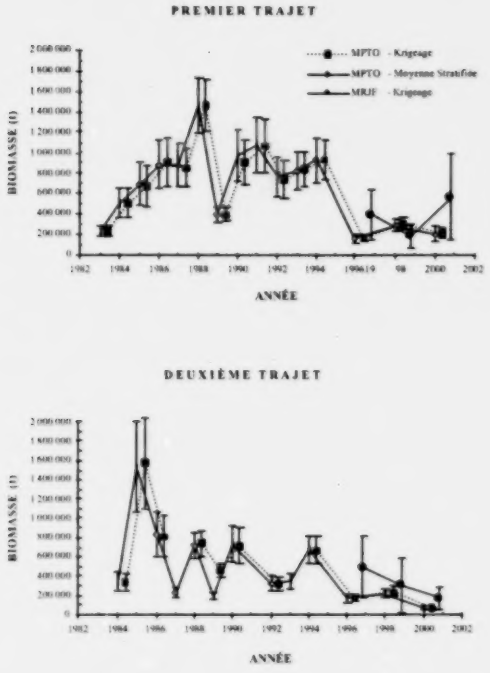

Figure 12. Biomasses (t) reproductrices du maquereau calculées selon deux méthodes différentes (MPTO: Méthode de la Production Totale d'Œufs; MRJF: Méthode de la Réduction Journalière de la Fécondité) et deux approches statistiques différentes (moyenne stratifiée et krigeage).

Évaluation analytique

Les travaux réalisés dans le but de déterminer une formulation adéquate de l'**ASP** (**A**nalyse **S**équentielle des **P**opulations) pour le maquereau du golfe du Saint-Laurent se sont poursuivis au cours de la dernière année. L'application de l'**ASP** chez le maquereau est difficile à réaliser en raison principalement des points suivants : (1) la nature même de l'indice d'abondance qui n'est pas désagrégé à l'âge, (2) des erreurs d'estimation de la biomasse reproductrice qui sont associées au manque possible de synchronisme entre la ponte et le relevé, (3) la capture à l'âge qui est sous-estimée tout comme les débarquements, (4) la **mortalité naturelle** qui est fixée à 0.2 pour tous les âges et toutes les années, et finalement (5) l'absence de certaines données biologiques importantes comme les poids à l'âge pour certains mois de l'année.

Comme en 1998, les résultats préliminaires suggèrent que les biomasses estimées par l'**ASP** sont fortement corrélées à celles déterminées par le relevé et que ce dernier pour certaines années surévaluerait l'abondance réelle du maquereau. En fait, comme le suggèrent aussi la date où la valeur de l'**indice gonado-somatique** atteint 50 % de sa valeur maximale et le profil des débarquements cumulatifs à l'entrée du Golfe, une telle surévaluation aurait été plus importante au début des années 1990.

Perspectives

Les résultats des derniers relevés d'échantillonnage aux oeufs suggèrent fortement que l'abondance du maquereau fréquentant les eaux canadiennes est maintenant à un niveau aussi bas que celui du début des années 1980. Même si un plus grand effort de pêche pourrait être exercé sur ce stock, le maintien d'un **TAC** canadien de 100 000 t pourrait ne plus s'avérer être un choix très prudent. En fait, la situation actuelle est bien différente de celle des années 1970 où de très fortes classes d'âge avaient permis de maintenir pendant plusieurs années des captures de plusieurs centaines de milliers de tonnes de maquereau. Par contre, la présence d'un très grand nombre de poissons âgés d'un an dans les captures réalisées en 2000 pourrait signifier l'arrivée d'une **classe d'âge** (1999) **dominante** et, par conséquent, un redressement de la situation. La force réelle de cette classe d'âge pourra être confirmée lorsque les poissons qui la composent seront pleinement recrutés à la pêche ou lors du prochain relevé d'abondance qui se tiendra en 2002. Les poissons de cette classe d'âge

auront alors 3 trois ans et devraient être presque tous matures.

Sources d'incertitude

Les captures de maquereau utilisées en guise d'appât n'apparaissent pas dans les statistiques officielles du Ministère, celles-ci étant établies à partir des récépissés d'achat provenant des ventes aux usines. La **pêche récréative**, très populaire durant les mois d'été, n'est pas davantage comptabilisée. Comme ces activités sont pratiquées dans plusieurs régions des Maritimes et du Québec, les prises réelles de maquereau sont grandement sous-estimées.

Au cours des ans, tous les secteurs de la pêche au maquereau n'ont pas été couverts de façon systématique par le programme d'échantillonnage commercial. Ainsi, les données biologiques recueillies qui sont à la base de l'évaluation d'abondance et du suivi de la population, pourraient ne pas refléter de façon exacte la situation réelle du stock.

Considérations de gestion

Dans le but d'améliorer les statistiques de pêche, un **livre de bord** obligatoire devrait être distribué à tous les pêcheurs en incluant ceux qui utilisent le maquereau comme appât personnel. L'utilisation d'un **livre de bord** permettrait aussi de connaître les positions de pêche, ce qui faciliterait grandement l'étude des relations entre la distribution du maquereau et certaines variables environnementales.

Les captures récréatives de maquereau sont importantes si l'on considère que cette pêche est pratiquée par un très grand nombre de pêcheurs (touristes) le long de la côte atlantique. En vue d'une éventuelle gestion de cette activité et dans le but d'améliorer une fois de plus les statistiques de pêche, une réflexion sur les façons d'estimer ces captures devrait être entreprise rapidement.

Finalement, la taille minimale de capture qui est présentement fixée à 250 mm, devrait être plus réaliste et plus proche de la biologie du maquereau. Cette valeur est bien inférieure aux 299 mm et 270 mm qui ont été calculées à partir des courbes de **maturité sexuelle** des femelles et des mâles. On recommande que la taille associée aux femelles soit appliquée le plus tôt possible.

Pour obtenir de plus amples renseignements:

François Grégoire
Institut Maurice-Lamontagne
850 route de la Mer
Mont-Joli (Québec)
G5H 3Z4
Tél. (418)775-0589
Fax. (418)775-0740
Courrier électronique: gregoiref@dfo-mpo.gc.ca

La présente publication doit être citée comme suit :

MPO, 2001. Maquereau bleu du nord-ouest de l'Atlantique. MPO – Sciences, Rapport sur l'état des stocks B4-04 (2001).

Ce rapport est disponible auprès du :

Bureau régional des évaluations de stocks,
Ministère des Pêches et des Océans,
Institut Maurice-Lamontagne,
C.P. 1000, Mont-Joli,
Québec, Canada
G5H 3Z4

Courrier électronique: Stocksrl@dfo-mpo.gc.ca

ISSN 1480-4921

An English version available upon request at the above address.

Pêches et Océans Canada | Fisheries and Oceans Canada
Sciences | Science